

EKSTRAKSI VIRGIN COCONUT OIL SECARA ULTRASONIK

Offan Ricad Julian^{1*}, Retno Ambarwati Sigit Lestari², Mega Kasmiyatun²

¹PT Industri Jamu Borobudur, Jl Hasanudin No 1 Semarang

²Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik UNTAG Semarang

E-mail: offanjulian@gmail.com

Abstract

Virgin Coconut Oil (VCO) is the result of modifying the process of making coconut oil so that products with low levels of free fatty acids, clear in color, smell good typical of coconut and have a long shelf life. This study aims to determine the optimum conditions for making VCO and the quality of VCO quality by sonication method. In this study, the effect of the ratio of aquadest volume to coconut weight, sonication duration and operating temperature on the amount of VCO produced was studied. Data is collected and analyzed by optimization methods on each independent variable and under optimum conditions VCO quality testing is carried out. Based on the results of the study, the optimum conditions for making VCO were the ratio of aquadest volume to coconut weight of 1: 2, sonication extraction duration of 45 minutes and operating temperature of 65°C. VCO quality testing obtained iodine number 4.6110 and free fatty acids 0.1373%. These results show that the quality of VCO produced by ultrasonic method meets SNI.

Keywords: Lauric acid, Ultrasonic and Virgin coconut oil.

Abstrak

Virgin Coconut Oil (VCO) adalah hasil modifikasi proses pembuatan minyak kelapa dengan kadar asam lemak bebas yang rendah, berwarna bening, berbau harum khas kelapa serta mempunyai daya simpan yang cukup lama. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum pembuatan VCO dan kualitas mutu VCO dengan metode sonikasi. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh rasio volume aquadest dengan berat kelapa, lama sonikasi dan suhu operasi terhadap Jumlah VCO yang dihasilkan. Data dikumpulkan dan dianalisa dengan metode optimasi pada tiap variable bebasnya dan pada kondisi optimum dilakukan pengujian kualitas mutu VCO. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kondisi optimum pembuatan VCO adalah rasio volume aquadest terhadap berat kelapa 1:2, lama ekstraksi secara sonikasi selama 45 menit dan suhu operasi 65°C. Hasil uji mutu VCO didapatkan bilangan iod 4,6110 dan asam lemak bebas 0,1373%. Hasil ini menunjukkan mutu VCO yang dihasilkan dengan metode ultrasonik memenuhi SNI.

Kata kunci: Asam laurat; Ultrasonik dan Virgin coconut oil.

1. Pendahuluan

Minyak kelapa murni atau Virgin Coconut Oil (VCO) adalah hasil modifikasi proses pembuatan minyak kelapa dengan kadar asam lemak bebas yang rendah, berwarna bening, berbau harum khas kelapa serta mempunyai daya simpan yang cukup lama [1]. VCO mempunyai kualitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan minyak kelapa biasa atau sering disebut dengan minyak goreng dari kelapa sawit. Minyak goreng sawit akan berwarna kuning kecoklatan, berbau tidak harum dan mudah tengik. Dari segi ekonomi VCO memiliki harga jual yang lebih tinggi [1].

Virgin coconut oil (VCO) biasanya diproduksi dari buah kelapa segar pada suhu kamar tanpa menggunakan pelarut atau bahan kimia [2]. VCO berasal dari kernel segar dan matang dari santan buah kelapa (*Cocos nucifera L.*), yang termasuk dalam keluarga *Arecaceae* (palem) [3]. VCO juga dapat diekstraksi menggunakan teknik alami atau mekanis tanpa panas, untuk mencegah perubahan sifat minyak [4]. VCO terlihat seperti minyak tidak berwarna, dengan aroma kelapa segar. Hal ini terutama digunakan untuk memanggang, memasak, menyiapkan makanan bayi, permen dan kosmetik. VCO populer digunakan untuk sebagian besar aplikasi makanan seperti memasak panganan, emulsi, roti dan untuk farmasi serta kosmetik untuk meningkatkan kecantikan, meningkatkan pertumbuhan rambut dan melembabkan kulit [5].

Umumnya minyak kelapa digunakan untuk aplikasi industri dan makanan karena kaya akan senyawa fenolik. Namun minyak kelapa mengandung asam laurat yang tinggi, yang merupakan asam lemak rantai menengah (MCFA). Di dalam tubuh, MCFA memiliki daya cerna yang baik, sebagai sumber energi setelah dikonsumsi [6]. Asam lemak ini tidak disimpan dalam bentuk lemak tubuh [7]. Mayoritas minyak kelapa komersial merupakan minyak olahan, yang telah dipucatkan dan dihilangkan baunya dan diproduksi menggunakan teknik yang berbeda seperti pengeringan matahari, pengeringan asap atau kombinasinya. Jika kopra digunakan sebagai substrat utama, minyak kelapa yang dihasilkan tidak layak untuk dikonsumsi dan perlu dimurnikan. Selain itu, penanganan kopra yang tidak bersih atau tidak tepat untuk mengekstraksi dan memurnikan minyak membuat produk ini rentan terhadap ketengikan oksidatif dan kontaminasi aflatoksin [8]. Sebagai perbandingan, VCO yang diekstraksi menggunakan teknik pengolahan basah dari santan di bawah suhu yang terkendali menunjukkan efek yang lebih baik daripada minyak kopra karena mempertahankan sebagian besar kandungan yang menguntungkannya. VCO juga memiliki banyak efek biologis, nutrisi dan obat yang signifikan [6]. VCO tidak mengalami proses penghilangan bau dan dapat dikonsumsi, dalam keadaan utamanya, tanpa pemrosesan kimia lebih lanjut. VCO terutama terdiri dari trigliserida rantai menengah dan bertindak sebagai makanan potensial dengan manfaat kesehatan. VCO tidak berwarna, tanpa rasa tidak enak dan tidak terdiri dari sedimen dengan aroma kelapa segar dan alami [9].

Minyak kelapa murni atau VCO berdasarkan kandungan asam lemak digolongkan ke dalam minyak asam laurat, karena kandungan asam lauratnya paling besar jika dibandingkan dengan asam lemak lainnya. Berdasarkan tingkat ketidak jenuhan yang dinyatakan dengan bilangan iod (iodine value), maka minyak kelapa dapat dimasukkan kedalam golongan non drying oils.

Tabel 1. Komposisi Asam Lemak dalam Minyak Kelapa [10]

Asam Lemak	Rumus Kimia	Jumlah (%)
Asam Lemak Jenuh:		
Asam Kaproat	$C_5H_{11}COOH$	0,10 - 0,95
Asam Kaprilat	$C_7H_{17}COOH$	4,0 - 10,0
Asam Kaprat	$C_9H_{19}COOH$	4,0 - 8,0
Asam Laurat	$C_{11}H_{23}COOH$	45,0 - 56,0
Asam Miristat	$C_{13}H_{27}COOH$	16,0 - 21,0
Asam Palmitat	$C_{15}H_{31}COOH$	7,5 - 10,2
Asam Stearat	$C_{17}H_{35}COOH$	2,0 - 4,0
Asam Lemak Tidak Jenuh:		
Asam Linoleic	$C_{18}H_{31}COOH$	0,7 - 2,
Asam Oleat	$C_{17}H_{33}COOH$	4,5 - 2,5
Asam Linoleat	$C_{17}H_{31}COOH$	1,5 - 2,5

VCO hasil ekstraksi memiliki jumlah asam lemak tak jenuh terbesar, sedangkan dengan metode fermentasi memiliki kandungan A-tokoferol dan fenolik tertinggi. Selain itu, studi [11] menunjukkan bahwa VCO yang diperoleh dengan pelarut memiliki hasil minyak tertinggi sedangkan minyak yang diekstraksi dengan fermentasi adalah yang terendah dan minyak yang diekstraksi dengan pembekuan dan pencairan adalah yang paling disukai dalam uji sensorik. Namun, dari penelitian sebelumnya jelas bahwa metode ekstraksi memiliki dampak yang signifikan terhadap kualitas VCO. Karena nilai terapeutiknya yang bermanfaat, VCO mendapatkan banyak popularitas dalam beberapa tahun terakhir. Karena manfaat minyak nabati yang alami dan tidak diproses secara kimia sangat bagus untuk kesehatan dan kecantikan, maka banyak penelitian yang menyelidiki komposisi kimia dan karakteristik VCO. Dalam standar APCC menyebutkan bahwa VCO harus memiliki kenampakan yang jernih, berbau tidak tengik, dan tidak memiliki rasa. Selain parameter oksidasi mengenai kadar asam lemak bebas dan kadar peroksida. Dalam parameter ini disebutkan bahwa VCO tidak boleh mengandung lebih dari 0.2% asam lemak bebas dan harus memiliki kadar maksimal peroksida maksimal 3 meq/kg minyak [10].

Pemecahan emulsi santan dapat dilakukan dengan metode kimia, biologi dan fisika, dengan tujuan untuk mendapatkan minyak maupun produk samping [10]. Demulsifikasi adalah suatu proses untuk memecahkan emulsi menjadi fase-fase komponen penyusunnya. Dalam hal ini memecah emulsi atau demulsifikasi dapat dilakukan dengan secara fisika dan kimia [12]. Demulsifikasi kimia dilakukan menambah atau mereaksikan emulsi dengan bahan kimia yang dapat mengganggu kestabilan emulsi tersebut. Sedangkan demulsifikasi fisika salah satunya dengan metode ultrasonik. Efek ultrasonik telah diketahui berpengaruh dalam pemisahan air dari minyak. Pemisahan tersebut dihasilkan dari gelombang tegak dan kavitasi [13].

Stabilitas emulsi dicapai karena pembentukan lapisan antar muka partikel pendispersi. Penurunan stabilitas dan pemecahan emulsi berhubungan erat dengan menghilangkan lapisan antar muka. Untuk memecah emulsi menjadi fase minyak dan air maka lapisan antar muka harus dihancurkan selanjutnya butiran-butiran air akan bergabung [14]. Demulsifikasi terdiri dari dua tahap keseluruhan, tahap pertama adalah penggumpalan

(flokulasi) dan tahap kedua adalah penggabungan (koalesen). Pada tahap flokulasi partikel-partikel fasa terdispersi membentuk agregat dan biasanya tahap ini masih bersifat reversible. Sedangkan, tahap koalesen masing-masing flokulasi bergabung membentuk partikel tunggal dan bersifat irreversible [15]. Kestabilan emulsi cair dapat rusak apabila terjadi pemanasan, sentrifugasi, pendinginan, penambahan elektrolit dan zat perusak emulsi. Krim (*creaming*) atau sedimentasi, dapat terbentuk pada proses ini. Pembentukan krim dapat dijumpai pada emulsi minyak dalam air. Apabila kestabilan emulsi ini rusak, maka partikel-partikel minyak akan naik ke atas membentuk krim dan partikel-partikel air akan turun kebawah [16].

Sonikasi merupakan aplikasi penggunaan energi suara untuk proses pengadukan partikel pada suatu sampel dengan tujuan bermacam-macam. Sonikasi menggunakan energi suara untuk menggerakkan partikel yang berada dalam suatu sampel untuk menggerakkan partikel yang berada dalam suatu sampel untuk berbagi keperluan seperti ekstraksi. Prosesnya dengan menggunakan gelombang ultrasonik pada rentang frekuensi 20 KHz-10 KHz atau yang dikenal dengan istilah ultrasonikasi [17].

Sonikasi memiliki banyak efek baik kimia maupun fisik. Efek kimia dari ultrasonik tidak berasal dari reaksi penggandengan langsung dari bidang akustik dengan spesies kimia pada tingkat molekuler. Sonikasi dapat digunakan untuk mempercepat pembubaran dengan cara memecah interaksi antarmolekul serta menganalisis dinamika molekuler dan kinetika reaksi pada pembelahan molekul [18].

Pemecahan emulsi dengan menggunakan gelombang ultrasonik dapat di kombinasikan dengan metode lain seperti penambahan enzim dari buah sirsak. Penggunaan enzim pada pemecahan emulsi santan tanpa adanya irradiasi ultrasonik menghasilkan yield sebanyak 20,6055%. Sedangkan pemecahan emulsi santan menggunakan metode ultasonik dengan frekuensi 42 kHz dan penambahan enzim sirsak sebanyak 4ml, menghasilkan yield yang lebih besar, yaitu 25,3371% [19]. Nailul [20], telah melakukan perbandingan proses pembuatan VCO menggunakan metode fermentasi, enzimatis dan ultrasonik. Berdasarkan perbandingan tersebut pembuatan VCO dengan metode ultrasonik dianggap menghasilkan kualitas VCO yang lebih baik dilihat dari kadar asam lemak bebas yang lebih rendah dibandingkan kedua metode lainnya. Suhu operasi yang digunakan adalah 30°C.

2. Metode Penelitian

Bahan utama dalam penelitian ini berupa buah kelapa yang tua, diperoleh dari pasar di Kota Semarang. Sebelum mengekstraksi santan, buah kelapa yang baik dipilih, dikuliti, dikupas, dicuci, diparut dan akhirnya diekstraksi untuk memperoleh santan.

Pembuatan Emulsi Krim Santan.

Parutan daging kelapa sebanyak 1000 gram, ditambah aquadest dengan perbandingan 1:0,5; 1:1; 1;1,5 1:2; 1:2,5. Campuran di aduk dan diremas serta diperas, disaring dan diambil santannya. Santan didiamkan selama 3 jam sampai terbentuk 2 lapisan, selanjutnya diambil lapisan atas (skim) untuk selanjutnya dilakukan pemecahan emulsi.

Pemisahan VCO pada berbagai waktu

Mengambil 50 ml emulsi krim santan lalu dimasukkan ke dalam beaker glass. Beaker glass yang sudah berisi emulsi krim santan dimasukkan ke dalam ultrasonik bath.

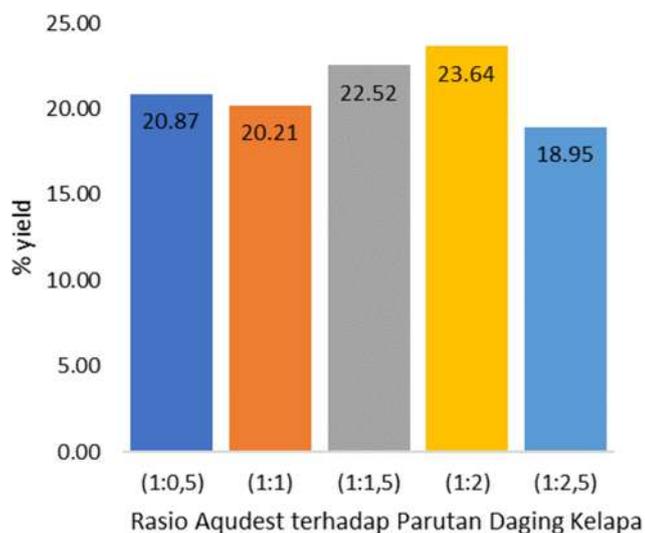
Melakukan pemaparan emulsi krim santan dengan gelombang ultrasonik selama 30 menit, selanjutnya krim santan yang telah diultrasonik disentrifugasi selama 30 menit dengan kecepatan 2000 rpm. Selanjutnya bagian yang berupa minyak dipisahkan dan diukur volumenya dan nilai yield. Ulangi langkah pemisahan VCO dengan menggunakan variable waktu yang sudah ditentukan.

Pemisahan VCO pada berbagai suhu

Memambil 50 ml emulsi krim santan lalu masukkan ke dalam beaker glass, kemudian dimasukkan dalam ultrasonik bath. Melakukan pemaparan dengan gelombang ultrasonik dengan waktu pemaparan optimal dari pemisahan sebelumnya. Pemaparan dengan variable suhu 25 °C, 35 °C, 45 °C, 55 °C, 65°C. selanjutnya krim santan yang telah diultrasonik disentrifugasi selama 30 menit dengan kecepatan 2000 rpm. Selanjutnya bagian yang berupa minyak dipisahkan dan diukur volumenya dan nilai yield. Mengulangi langkah pemisahan VCO dengan menggunakan variable waktu yang sudah ditentukan.

3. Hasil Dan Pembahasan

Pengaruh perbandingan air dan parutan kelapa terhadap krim santan yang diperoleh dalam pemeraman santan kelapa, pemisahan terjadi karena adanya creaming. Creaming adalah pemisahan emulsi menjadi 2 bagian, dimana bagian yang satu memiliki fase dispersi lebih banyak dari bagian yang lain. Pembentukan creaming berbanding terbalik dengan viskositas medium. Penurunan viskositas menyebabkan creaming [21].



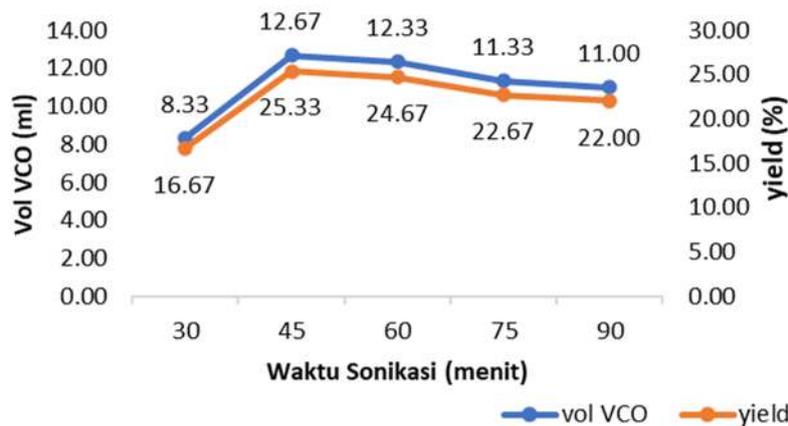
Gambar 1. Grafik hubungan rasio penambahan aquadest dengan berat kelapa terhadap %yield krim

Pengaruh perbandingan air dan parutan kelapa pada berbagai rasio dapat dilihat pada Gambar 1. diketahui bahwa perbandingan air dan parutan kelapa 1:2 merupakan rasio yang menghasilkan yield tertinggi yaitu sebesar 23,64%, hal ini dikarenakan semakin banyak pelarut, viskositas santan semakin menurun sehingga terbentuk creaming. Selain itu, semakin banyak pelarut yang ditambahkan semakin banyak juga maserat santan yang dihasilkan. Tetapi penambahan pelarut yang berlebih menunjukkan

pemisahan krim dan skim yang tidak optimal, karena volume santan yang terlalu banyak menyebabkan krim tidak terpisah dalam waktu 3 jam sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama. Dapat dilihat dari hasil percobaan bahwa volume santan yang dihasilkan dengan rasio 1:2 adalah sebanyak 578 ml, sedangkan untuk rasio 1:2,5 volume santan yang didapat hanya 546 ml dengan yield krim sebesar 18,95%. Pengaruh perbandingan air dan parutan daging kelapa dari hasil penelitian Nely, 2013, menunjukkan hasil yang serupa, dimana rasio 1:2 merupakan rasio yang menghasilkan yield tertinggi dari tiga variasi rasio yang dilakukan (1;1; 1:1,5; 1;2) [22].

Pengaruh Waktu Sonikasi terhadap Volume VCO

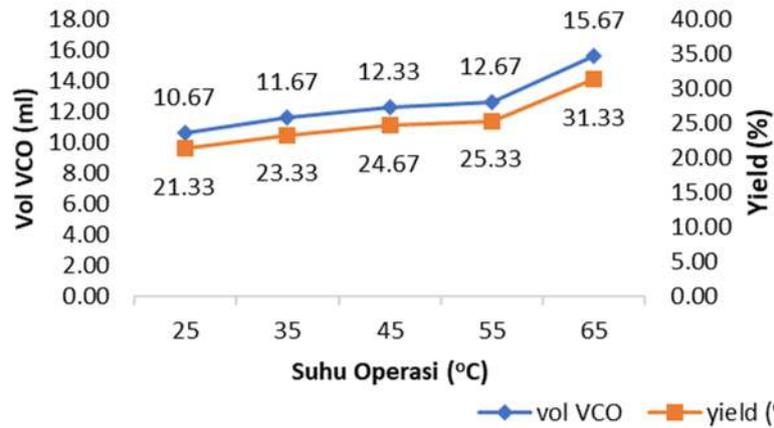
Pada Gambar 2. dapat dilihat pengaruh lama sonikasi terhadap %yield VCO yang dihasilkan. Waktu sonikasi yang paling banyak menghasilkan yield VCO adalah selama 45 menit dengan VCO sebanyak 12,67 ml dan yield 25,33%. Pada waktu 30 menit belum mencapai waktu optimal untuk sonikasi, %yield yang dihasilkan lebih rendah dari waktu 45 menit yaitu sebesar 16,67%. Sedangkan lama sonikasi lebih dari 45 menit, yield yang dihasilkan menunjukkan penurunan hasil. Sonikasi yang terlalu lama akan mengakibatkan droplet-droplet menjadi lebih aktif bergerak sehingga menimbulkan aliran turbulen. Aliran turbulen mencegah terjadinya koagulasi. Droplet mengikuti aliran turbulen dan mengakibatkan terjadinya benturan antara droplet dan permukaan wadah alat sonikasi. Semakin lama sonikasi, tumbukkan antar droplet dan permukaan wadah akan mengakibatkan ukuran droplet semakin kecil yang artinya emulsi menjadi semakin homogen.



Gambar 2. Grafik hubungan antara waktu sonikasi terhadap % yield VCO

Penelitian lain dilakukan oleh Mulyadi [23], penggunaan Pretreatment Ultrasound Assisted Extraction (UAE) pada emulsi santan menggunakan frekuensi 20 kHz dengan waktu 15 menit mendapatkan rendemen VCO sebesar 14,883%. Pada penelitian tersebut, sample yang diultrasonik adalah santan dan pemisahan minyak yang utama dilakukan pada proses centrifugasi. Sonikasi yang dilakukan pada penelitian Mulyadi [23], digunakan untuk memecah emulsi santan yang memiliki viskositas lebih rendah. Sedangkan pada penelitian ini gelombang ultrasonik digunakan untuk memisahkan fase minyak dari krim. Krim memiliki viskositas yang lebih besar daripada santan, sehingga membutuhkan frekuensi dan waktu yang lebih lama untuk memisahkan VCO dari protein [23].

Suhu Operasi Optimum



Gambar 3. Grafik hubungan suhu operasi terhadap yield VCO

Gambar 3. menunjukkan pengaruh suhu terhadap yield VCO yang dihasilkan. Semakin tinggi suhu maka semakin besar yield yang dihasilkan. Suhu operasi ultrasonik yang menghasilkan yield maksimal adalah suhu 65°C yaitu sebesar 31,33%, hal ini dikarenakan peningkatan suhu menyebabkan demulsifikasi terjadi, dimana dua atau lebih droplet bertabrakan satu sama lain dan hasilnya tumbukkan dan ukurannya semakin besar diawali dengan peristiwa koagulasi. Gelombang ultrasonik memberikan energi kalor yang diperlukan agar droplet-droplet berkoagulasi menjadi droplet yang lebih besar dan emulsi menjadi tidak stabil.

Kestabilan emulsi dapat dipengaruhi oleh denaturasi protein yang diakibatkan oleh suhu pemanasan. Denaturasi protein menyebabkan asam amino hidrofobik dalam inti protein keluar dan teradsorpsi pada permukaan droplet minyak [24]. Semakin tinggi suhu operasi semakin tinggi yield VCO yang dihasilkan akibat dari denaturasi protein, dimana protein dalam emulsi berfungsi sebagai emulsifier.

Analisa Mutu Hasil VCO

Pada penelitian ini, kondisi maksimal yang didapatkan adalah perbandingan parutan daging dengan aquadest kelapa 1:2 dengan suhu operasi 65°C dan sonikasi selama 45 menit. Yield yang dihasilkan 32,71% dengan hasil organoleptik VCO memiliki kenampakan cairan berwarna jernih (tidak berwarna), berbau aromatik kelapa segar dan memiliki rasa yang khas kelapa. Hasil uji organoleptik yang didapatkan, menunjukkan bahwa VCO yang dihasilkan telah memenuhi SNI, dapat dilihat pada Tabel 2.

Bilangan iod digunakan untuk menentukan ketidakjenuhan dari minyak. Bilangan iod menunjukkan jumlah ikatan rangkap yang dimiliki oleh asam lemak. Jika bilangan iod tinggi maka kualitas dari suatu minyak akan semakin baik. Jadi parameter iodin ini sangat penting untuk menjaga kualitas dari minyak sehingga mutunya dapat terjamin. Diperoleh bilangan iodin untuk VCO yang dihasilkan adalah 4,6110. Bilangan iodin yang diperoleh telah memenuhi standar mutu yaitu 4,1-11,0.

Dari Tabel 2. diketahui bahwa hasil analisa asam lemak bebas (ALB) dari VCO yang didapatkan dari penelitian ini memenuhi SNI. Didapatkan nilai ALB 0,1373 % dihitung sebagai asam laurat dimana SNI untuk nilai ALB dalam VCO yang baik adalah tidak

boleh lebih dari 0,2%. Asam Lemak Bebas yang rendah pada VCO menunjukkan bahwa VCO yang dihasilkan tidak mudah tengik dan memiliki daya simpan yang lama. asil penelitian Mulyadi dkk, 2015 menunjukkan terdapat perbedaan kadar ALB pada frekuensi yang berbeda. Frekuensi 20 kHz menunjukkan hasil terbaik diperoleh pada waktu 20 menit sebesar 0,0714% [23].

Tabel 2. Analisa Mutu VCO

Parameter	Nilai	
	SNI	Hasil Percobaan
Bau	Khas kelapa segar, tidak tengik	Khas kelapa segar
Warna	Tidak berwarna hingga kuning	Jernih tidak berwarna
Rasa	Normal, khas minyak kelapa	Khas kelapa
Bilangan Iod	4,1-11,0	4,6110
Asam lemak bebas (dihitung sebagai asam laurat)	Maks 0,2	0,1373

Energi yang dihasilkan oleh gelombang ultrasonik mampu meregangkan ikatan air dan minyak pada santan, sehingga mengurangi proses hidrolisis. Dimana proses hidrolisis dapat meningkatkan asam lemak bebas pada minyak. Asam lemak dihasilkan melalui reaksi hidrolisis yang disebabkan oleh sejumlah air, enzim ataupun aktivitas mikroorganisme. Semakin tinggi kadar air dalam minyak kemungkinan besar kadar asam lemak juga besar [25]. Dengan demikian pembuatan VCO dengan metode ultrasonik telah memenuhi SNI untuk mutu VCO

4. Kesimpulan

Berdasar hasil penelitian yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut: Rasio perbandingan penambahan aqudest yang paling optimum adalah 1:2 dengan yield krim santan sebanyak 23,64%. Kondisi optimum dari pemecahan emulsi krim dengan menggunakan gelombang ultrasonik adalah dengan waktu sonikasi 45 menit dan suhu operasi 65oC, dengan menghasilkan yield VCO sebanyak 32,71%. VCO yang dihasilkan dengan menggunakan metode ultrasonik menghasilkan kenampakan yang berwarna jernih (tidak berwarna), berbau aromatik kelapa segar dan berasa khas kelapa. Bilangan iod yang didapat dari analisa sample VCO adalah 4,6110 dan untuk Asam Lemak Bebas adalah sebesar 0,1373%, sehingga mutu VCO yang dihasilkan dengan metode ini telah memenuhi mutu standar SNI.

Referensi

- [1] Rahmawati E. 2018. Pembuatan VCO (Virgin Coconut Oil) dengan Proses Fermentasi dan Enzimatis. *Journal of Food and Culinary*. Yogyakarta.
- [2] A. Rohman et al., Virgin coconut oil: extraction, physicochemical properties, biological activities and its authentication analysis, *Food Rev. Int.* (2019) 1-21.
- [3] P. Soo et al., Enzymatic and mechanical extraction of virgin coconut oil, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 122 (5) (2020) 1900220.

- [4] N.A.A. Ghani, A.-A. Channip, P. Chok Hwee Hwa, F. Ja'afar, H.M. Yasin, A. Usman, Physicochemical properties, antioxidant capacities, and metal contents of virgin coconut oil produced by wet and dry processes, *Food Sci. Nutr.* (2018).
- [5] S.N.A. Abd Rashid, M. Misson, H. Yaakob, N.A. Latiff, M.R. Sarmidi, Addition of virgin coconut oil: influence on the nutritional value and consumer acceptance of dark chocolate, *Trans. Sci. Technol.* 4 (3-3) (2017) 426-431.
- [6] M. DebMandal, S. Mandal, Coconut (*Cocos nucifera* L.: *Arecaceae*): in health promotion and disease prevention, *Asian Pacific J. Tropical Med.* 4 (3) (2011) 241-247.
- [7] R. Handayani, J. Sulisty, R.D. Rahayu, Extraction of coconut oil (*Cocos nucifera* L.) through fermentation system, *Biodiversitas J. Biol. Divers.* 10 (3) (2009).
- [8] P. Nakpong, S. Wootthikanokkhan, High free fatty acid coconut oil as a potential feedstock for biodiesel production in Thailand, *Renew. Energy* 35 (8) (2010) 1682-1687.
- [9] R. Prapun, N. Cheetangdee, and S. Udomrati, "Characterization of virgin coconut oil (VCO) recovered by different techniques and fruit maturities.," *Int. Food Res. J.*, 23(5), 2016.
- [10] APCC. 2009. APCC Standards for Virgin Coconut Oil. <http://www.apcc.org/document/VCNO.PDF> (diakses pada 03/10/2020).
- [11] J. Ndife, D. Obot, and K. Abasiokong, "Quality Evaluation of Coconut (*Cocos nucifera* L) Oils Produced by Different Extraction Methods," *Asian Food Sci. J.*, pp. 1-10, 2019. [12] T.S.T. Mansor, Y.B.C. Man, M. Shuhaimi, M.J.A. A
- [12] Sutrisna. P.D. 2010. *Pemisahan Emulsi Minyak Dalam Air dengan Membran Berslot Mode Operasi Dead End*. Surabaya: Universitas Surabaya.
- [13] Aryafard, Farsi, M.R. Rahimpour, Modeling and Simulation of Crude Oil Desalting in an Industrial Plant Considering Mixing Valve and Electrostatic Drum, *Chem. Eng. Process. Process Intensif.* 95 (2015)
- [14] Roby. B.Y. 2009. *Emulsi*. (Makalah) UPN "Veteran" Yogyakarta.
- [15] Suryani Ani. 2017. *Demulsifikasi, Creaming dan Inversi*. (Materi Kuliah) Institut Pertanian Bogor.
- [16] Edam M, Kumolontang N, Mandel J. 2019. *Metode Pemecahan Emulsi Krim Santan Untuk Produksi Konsetrat Protein Blondo*. Manado: Balai Riset dan Standarisasi Industri Manado
- [17] Garcia-Vaquero M, Rajauria G, O'Doherty JV, Sweeney T. 2017. Polysaccharides from Macroalgae: Recent Advances, Innovative Technologies and Challenges in Extraction and Purification. *Food research international* 99:1011-20

- [18] Rahadian Zainul B.O, Indang Dewata. 2018. Studi Dinamika Molekular dan Kinetika Reaksi pada Pembelahan Molekul Air untuk Produksi Gas Hidrogen.
- [19] Mustafa, Irwan M, Faisyal. 2017. Pembuatan Virgin Coconut Oil (VCO) Menggunakan Partu Kelapa Terkombinasi dengan Bantuan Enzim Buah Sirsak dan Ultrasonografi Kimia. ISSN: 2580-6572, Malang.
- [20] Nailul, M, L. 2017. Metode Pembuatan Virgin Coconut Oil. AKFARINDO Vol, 2 No 1. 19-24. Yogyakarta
- [21] Bendicho, C and Lavilla, I., (2000), Ultrasound Extraction, QuO & mica, Spain, 1448-1453.
- [22] Nely Fatwatun R, Kaunaini Chusna, Bambang Pramudono. 2013. Pembuatan Virgin Coconut Oil (VCO): Pemecahan Emulsi dengan Metode Ultrasonik. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. Vol 2, No 4. 184-188, Semarang.
- [23] Mulyadi A. F, Dewi Ika Atsari, dkk. 2015. Pengaruh Frekuensi dan Waktu Pretreatment Ultrasound Assisted Extraction (UEA) Terhadap Rendemen dan Kualitas Virgin Coconut Oil. Jurnal Teknologi Pertanian. Vol 16, No 3. 167-171, Malang.
- [24] Nishinari, K., Fang, Y., Guo, S. and Philips, G.O. 2014. Soy Protein : A Review on Composition, Aggregation and Emulsification. Food Hydrocolloids, 39, 301-318.
- [25] Mustafa, Irwan M, Faisyal. 2017. Pembuatan Virgin Coconut Oil (VCO) Menggunakan Partu Kelapa Terkombinasi dengan Bantuan Enzim Buah Sirsak dan Ultrasonografi Kimia. ISSN: 2580-6572, Malang.